

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-281513

(43)公開日 平成6年(1994)10月7日

(51)Int.Cl. <sup>3</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 L 3/10	F			
B 6 2 D 5/04		9034-3D		

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平5-89449

(22)出願日 平成5年(1993)3月25日

(71)出願人 000181239

自動車機器株式会社

東京都渋谷区渋谷3丁目6番7号

(72)発明者 園田 博鐵

埼玉県東松山市神明町二丁目11番6号 自

動車機器株式会社松山工場内

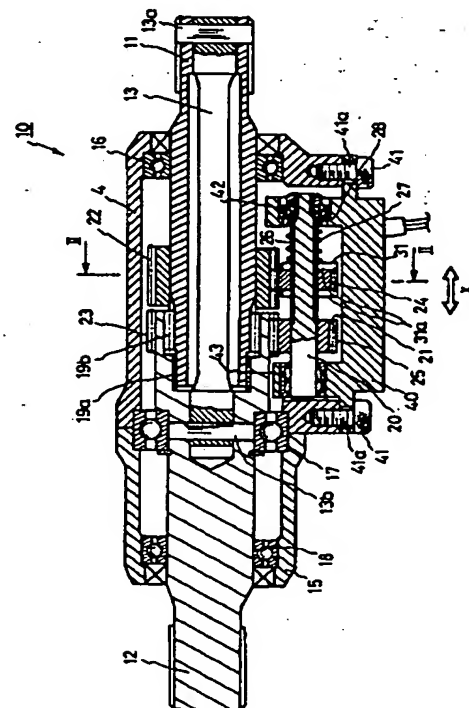
(74)代理人 弁理士 山川 政樹

(54)【発明の名称】 トルクセンサ

(57)【要約】

【目的】 入、出力軸間での小さな回転変位から、軸線方向での大きな変位を得て、高い信頼性をもったトルク検出を、簡単かつ安価に行なえるようにする。

【構成】 相対的に回転変位可能な入、出力軸11、12と、これに平行するギヤ軸20とを設ける。これらの軸間での回転伝達を行なう回転伝達用ギヤ機構21を設け、その一部のヘリカルギヤ24を変位取出し用として軸線方向に移動可能に構成する。この変位取出し部材側とこれに対向する固定部40に、変位取出し部材の軸線方向での変位を検出する永久磁石32とホール素子33による位置検出用センサ手段34を設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 相対的に回転変位可能に連結されている入、出力軸と、

これら入、出力軸に平行して設けられたギヤ軸と、

これらの軸間での回転伝達を行なうとともにその一部を構成するギヤを変位取出し部材として軸線方向に移動可能に構成している回転伝達用ギヤ機構と、

この回転伝達用ギヤ機構における変位取出し部材とこれに対向する固定部とに設けられこの変位取出し部材の軸線方向での変位を検出する位置検出用のセンサ手段とを備えていることを特徴とするトルクセンサ。

【請求項2】 請求項1記載のトルクセンサにおいて、回転伝達用ギヤ機構は、入、出力軸とギヤ軸とに軸支された複数のヘリカルギヤを備え、

そのいずれかのヘリカルギヤが、その対応する軸上で軸線方向に移動変位可能に構成されていることを特徴とするトルクセンサ。

【請求項3】 請求項1または請求項2記載のトルクセンサにおいて、

位置検出用のセンサ手段は、回転伝達用ギヤ機構における変位取出し部材に設けられた永久磁石と、固定部において永久磁石に非接触状態で対向して配置されたホール素子とからなる非接触型センサによって構成されていることを特徴とするトルクセンサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は軸部材に回転変位として作用するトルクを検出するためのトルクセンサに関し、特に自動車の電動式パワーステアリング装置に採用して好適なトルクセンサに関する。

【0002】

【従来の技術】パワーステアリング装置として従来は油圧式が主流を占めていたが、近年電動モータ等を利用した電動式も、たとえば特開昭61-226362号公報等を始め種々提案されている。すなわち、油圧式のパワーステアリング装置は、操舵補助力を発生させる油圧シリンダを始め油圧ポンプ、流路切換バルブおよびこれら各部を接続する油圧配管系等が必要で、構成部品点数が多くしかも各部の構成が複雑で加工精度等が要求され、製造、組立作業が面倒であるばかりでなく、装置全体が大型化し重量も増大し、コスト高を招く等の問題をもっている。

【0003】このため、最近では、簡単な電気配線により車載バッテリーおよびコントローラ等に結線して使用し得る電動モータを、操舵補助力発生手段とする電動式のもの注目されており、上述した油圧式に比べ、装置構成の簡素化が図れ、小型かつコンパクト化等も可能となるものであった。

【0004】ところで、上述したように電動モータを操舵補助力発生手段とする電動式のパワーステアリング装置に採用するにあたっては、運転者の操舵要求を適切かつ

確実に検出してモータを精度よく駆動制御し、所要の操舵補助力が得られるような構成を採用することが必要とされている。すなわち、車輛において停車中での据切り時や低速走行中の舵取操作時にはきわめて軽い舵取操作が行なえるとともに、高速走行中にはある程度の重さを有する剛性感をもつ舵取操作が望まれる。このため、運転者の操舵要求である操舵力（操舵トルク）、操舵角速度等を、車輛の走行速度と共に適切かつ確実に検出する検出機構が必要とされており、従来から種々の構造をもつ検出機構が提案されている。

【0005】この種の検出機構において、たとえば操舵力検出機構としては、非接触型のトルクセンサおよびその信号処理回路等からなり、これらをステアリングシャフトを構成する入、出力軸間に介在させてステアリングボディ内に内設したものが、実開平3-5570号公報等によって従来から種々提案されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上述したような従来構造によれば、非接触型センサとしてのホール素子や信号処理回路を構成する各種電気部品等を実装してなるプリント配線回路基板を、可動部材である入、出力軸の一方に付設するとともに、これら両軸間での相対的な回転変位による出力信号を、ブラシとスリップリング等からなる出力信号配線手段により固定側に引出し、これをコントローラ等へ送ってモータの駆動制御を行なう構成としなければならない。

【0007】換言すれば、このような従来構造によれば、非接触型センサや磁石手段による検出手段を、共に回転する部材である入、出力軸に設けることが必要で、このためにその出力信号の取出しをブラシとスリップリングとによる直接摺動接触タイプのものを用いて行なうことが必要で、特にブラシ等での強度や耐久性の面で問題を生じるばかりでなく、接触抵抗が使用時に増減したりし、センサ出力としての信頼性が低下する等の不具合があり、このような入、出力軸間での相対的な回転変位を検出して取出す際に実用面での問題を避けられないものであった。

【0008】このため、本出願人は、たとえば実開平4-123876号公報等により、カム手段等を介して一方の軸上で軸線方向に移動する直動部材を用い、かつこの直動部材の動きを、位置センサとして、固定部側に軸線方向に移動可能な状態で保持され永久磁石を有する変位取出し部材とその外周部に対向して設けられるホール素子を有するセンサ部材とからなるトルク検出手段を用いてなる構造等によるものを、先に提案している。

【0009】そして、このような構成によれば、入、出力軸間での回転変位を、直動部材の軸線方向への直線変位に変換し、これを必要最小限の構成部品点数によって得られる検出手段によって、所要のトルク検出を行なえるという利点を奏する。

【0010】しかしながら、上述した構成によるトルクセンサによれば、入、出力軸間での回転変位を、カム手段を介して軸線方向の変位に変換し、たとえば永久磁石とホール素子とによる位置センサで変位を検出してトルク検出を行なうにあたって、直動部材、変位取出し部材の軸線方向の変位が、カム手段によって変換されて得られるために、変換感度、変換倍率が小さいという問題を生じていた。

【0011】すなわち、入、出力軸間での回転変位を軸線方向の変位にカム手段で変換し、位置センサで検出する従来のトルクセンサにおいては、いずれも回転変位を軸線方向での直線変位に変換する感度（倍率）に不満の残るものであった。

【0012】換言すると、このような軸線方向での直線変位のストローク $l$ は、

【数1】

$$l = \frac{\theta}{2} d \tan \alpha \quad \dots (1)$$

ここで、 $\theta$ （ラジアン）は入、出力軸を回転変位可能に連結するトーションバーの作動角、 $d$ はカム面の有効径、 $\alpha$ はカム面の角度（ $45^\circ$ 以下、実用的には $30^\circ$ 程度）である。

【0013】上記（1）式において、カム面の角度 $\alpha$ を $30^\circ$ とすると、 $\tan 30^\circ$ は略0.6であり、ストローク $l$ は、それ程大きくはならず、操舵角度が小さく、相対的な回転変位が小さいときの検出精度を確保するうえで問題であった。

【0014】また、上述したような操舵軸上で操舵要求を検知するためのトルクセンサとしては、たとえば特開平2-281115号公報等に示される磁歪式トルク検出器も周知である。すなわち、入力側の軸上に高透磁率軟磁性材からなる歪検出層を設けるとともに、その周囲を取り囲むようにボディ等の固定側に歪検出層の歪による透磁率変化を検出する検出コイルを設け、このコイルで得られた出力を検出トルクとして利用するようにした構造のものも知られている。

【0015】しかし、このようなトルクセンサは、トルク検出にあたっての精度は得られるものの、構造が複雑で、コスト面では好ましくないものであった。

【0016】一方において、この種の電動式パワーステアリング装置において望まれることは、全体の構成が簡単に製造、組立作業等を簡単にこなせるとともに装置全体の小型、軽量かつコンパクト化や低コスト化が可能で、しかも動作上での性能面や実車搭載性の面で優れる構成とすることである。そして、このような要請は、近年この種装置が特にスペース上での問題の大きい小型車等への採用を検討されるようになってきていることから顕著なものであり、このような点を考慮し、上述した問題点を解決し得る何らかの対策を講じることが必要とされている。

【0017】ここで、このようなトルクセンサとしては、上述したような電動式パワーステアリング装置において操舵補助力を得るための検出値として利用されるとともに、たとえばモータポンプを油圧発生源として用い、その油圧によって操舵補助力を得る油圧式のパワーステアリング装置、さらに油圧式パワーステアリング装置において入、出力軸間に拘束力を与える油圧反力機構を備えたもの等においても用いられるものであり、より簡単に、動作上での信頼性に優れ、しかも安価に構成できるトルクセンサの出現が望まれている。

【0018】本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、入、出力軸間で生じる小さな回転変位から、軸線方向での大きな変位を得ることが可能で、これにより検出精度が得られ、しかも構造が簡単で、コスト、強度、さらに動作上での信頼性の面等で優れているトルクセンサを得ることを目的としている。

【0019】

【課題を解決するための手段】このような要請に応えるために本発明に係るトルクセンサは、相対的に回転変位可能に連結されている入、出力軸と、これら入、出力軸に平行して設けられたギヤ軸と、これらの軸間での回転伝達をヘリカルギヤ等を利用して行なうとともにその一部を構成するギヤを変位取出し部材として軸線方向に移動可能に構成している回転伝達用ギヤ機構と、この回転伝達用ギヤ機構における変位取出し部材とこれに対向する固定部とに設けられこの変位取出し部材の軸線方向での変位を検出する永久磁石とホール素子からなる非接触型センサ等による位置検出用センサとを備えているものである。

【0020】

【作用】本発明によれば、入、出力軸間で回転変位が生じると、これらの入、出力軸間での回転伝達をヘリカルギヤ等によって行なう回転伝達用ギヤ機構の一部を構成するギヤが、入、出力軸またはこれと平行するギヤ軸上で軸線方向に移動変位し、その動きが固定部との間に設けた位置検出用センサにより検出され、これにより入、出力軸でのトルク検出を行なえる。

【0021】特に、本発明によれば、入、出力軸での小さな回転変位を、軸線方向での大きな変位として取出すことが可能で、検出精度を向上させることが可能となる。

【0022】

【実施例】図1ないし図4は本発明に係るトルクセンサの一実施例を示し、本実施例では、電動式パワーステアリング装置における操舵センサとして用いる場合を示し、この場合にこのトルクセンサは、たとえばコラムシャフトの下方の一部に付設するとよい。しかし、これに限定されず、この種の軸入力でのトルクを検出する必要があるものにおいて、必要部位に設けてよいことは言うまでもない。また、本実施例では、トルクセンサ部分の

みを図示し、電動式パワーステアリング装置の要部である電動モータやそのモータ軸からステアリングシャフトへの回転伝達系等の具体的な構成は省略している。

【0023】これらの図において全体を符号10で示すトルクセンサは、たとえばコラムシャフトの入力側に当たる入力軸11と、出力側に当たる出力軸12とを備え、これら入、出力軸11、12は、相対的に回転変位可能な状態で、トーションバー13により連結され、かつ入、出力側ハウジング14、15からなるハウジング内で軸受16、17、18（図1参照）により回転自在に軸支されている。

【0024】なお、図1中13a、13bは入、出力軸11、12とトーションバー13とを連結するための連結ピンである。勿論、このようなトーションバー13の連結は圧入、その他の連結手段によってもよいことは言うまでもない。また、図1中19aは入、出力軸11、12間に介在され両軸11、12を回転自在に構成するための軸受で、たとえばニードルベアリングやブッシュ等によって構成されている。さらに、前述したハウジング14、15は図示しないが、ボルト等で締結されて一体的に結合されている。

【0025】また、19bは入、出力軸11、12が所定角度以上の相対的な回転変位を生じたときに両軸11、12を連結するフェールセーフ用のスプラインである。

【0026】そして、本発明によれば、上述した入、出力軸11、12に対し平行するギヤ軸20をハウジング14、15内で回転自在に軸支し、これら入、出力軸11、12とギヤ軸20との間で回転伝達を行なう回転伝達用のギヤ機構21を設けている。ここで、本実施例では、回転伝達用のギヤ機構21を、ハウジング14内で入力軸11上に圧入等で固定された第1のヘリカルギヤ22と、出力軸12の内方端部外周に一体に形成された第2のヘリカルギヤ23と、これら第1、第2のヘリカルギヤ22、23に噛合されるようにして前記ギヤ軸20上に軸支された第3、第4のヘリカルギヤ24、25とから構成されている。

【0027】前記第4のヘリカルギヤ25は、ギヤ軸20上に圧入等で固定されるとともに、第3のヘリカルギヤ24は、ギヤ軸20上に軸線方向に沿って形成されているスプライン溝26にスプライン結合され、これによりギヤ軸20上で回転方向には連結されかつ軸線方向には移動変位可能に構成されている。なお、スプライン嵌合の代わりに、キー結合等を始めとする回転不可でかつ摺動可能な手段であれば、適宜の軸支構造を採用してもよいことは勿論である。また、図中27はこの第3のヘリカルギヤ24を一方に付勢しがた付きを防止するためのスプリング、28はこのスプリング27の軸受側の端部を係止するスプリングリテーナであるが、このようなスプリング27等は省略してもよい。

【0028】そして、この第3のヘリカルギヤ24は、上述した入、出力軸11、12間での相対的な回転変位に伴って軸線方向に移動変位する変位取出し部材として機能するもので、本実施例ではその動きを、図1～図3から明らかなように、入、出力軸11、12、ギヤ軸20と平行して設けられた案内軸30上で軸線方向に移動可能なスライダ31により軸線方向への変位として取出され、このスライダ31の一部に設けた永久磁石32と、これに対向して固定部側に設けたホール素子33とからなる非接触型センサ等による位置検出センサ34により、検出されるようになっている。

【0029】ここで、上述したスライダ31は、案内軸30上で案内される軸孔30aと、前記ギヤ軸20上で案内される軸孔20aを有し、かつ前記変位取出し用の第3のヘリカルギヤ24を軸線方向の両側からがたのない状態で挟み込んで保持する係止片31a、31aを備え、かつこの第3のヘリカルギヤ24の動きに伴って、ギヤ軸20、案内軸30に沿って軸線方向にスライド変位されるように構成されている。勿論、このスライダ31は回り止め状態となっている。

【0030】なお、図中40は上述したギヤ軸20、案内軸30を軸支するとともに、前記入力軸側ハウジング14の一侧の開口を閉塞するように組み付けられるセンサボディで、このボディ40のハウジング14への取付ねじ41、41による取付け位置に、調整隙間41a、41aを設けておくことにより、取付け位置を任意に調整可能に構成されている。ここで、図1における矢印X方向に調整すれば、センサ34を構成するホール素子33の中立位置調整が、図2の矢印Y方向への調整によって、ギヤのバックラッシュ調整が行なえることは容易に理解されよう。さらに、図1において42、43はギヤ軸30をこのボディ40の一部に軸支している軸受である。

【0031】また、上述したセンサボディ40には、図示は省略したが、永久磁石32に対向するホール素子33からの電気信号を検知、増幅するアンプ等の電気制御回路等を付設しておくといよい。

【0032】以上の構成によれば、入、出力軸11、12間で回転変位が生じると、これら入、出力軸11、12間での回転伝達を行なう回転伝達用ギヤ機構21の一部を構成する第3のヘリカルギヤ24が、入、出力軸11、12と平行するギヤ軸20上で軸線方向に移動変位し、その動きが固定側のボディ40との間に設けた永久磁石32およびホール素子33からなる位置検出用センサ34により検出され、これにより入、出力軸11、12でのトルク検出を行なえる。このようなトルク検出値に応じて、操舵補助力をステアリングシャフトに伝達する電動モータ等の制御を行なうことで、所要の操舵力制御を行なえることは容易に理解されよう。

【0033】特に、上述したように回転伝達用ギヤ機構

21としてヘリカルギヤ22～25を用い、かつそのねじれ角を小さく取ることにより、図4からも明らかなように、入、出力軸11、12での小さな回転変位を、軸線方向での大きな変位として取出すことが可能で、検出精度を向上させることが可能となる。

【0034】たとえば上述した構成において、軸線方向での直線変位のストローク1は、

【数2】

$$l = \frac{\theta}{2 \tan \beta_0} d_0 \quad \dots (2)$$

ここで、 $\theta$  (ラジアン) は入、出力軸11、12を回転変位可能に連結するトーションバー13の作動角、 $d_0$  は第3のヘリカルギヤ24のピッチ円の直径、 $\beta_0$  はそのヘリカルギヤ24における歯部のねじれ角 (15°程度) である。

【0035】そして、上述した(2)式において、 $\beta_0$  を15°とすると、 $1/\tan 15^\circ$  は略3.7であり、前述した従来のカム式の場合の約6倍以上となり、その結果ストローク1が十分に大きくなり、操舵角度が小さく、相対的な回転変位が小さいときの検出精度を確保するうえで効果を発揮し得るものである。

【0036】また、上述した構成によれば、ギヤ22～25のがたの除去や、位置検出センサ34の中立位置出し等を、ボディ40のハウジング14に対しての微調整を行なうという、きわめて簡単な構造によって容易にしかも確実にこなせる。

【0037】さらに、上述した構成では、位置検出センサ部分を、ステアリングシャフト等への電動モータ等からの操舵補助力を作用させる部分とは異なる位置に独立して設置し得ることから、配設位置等の自由度が大きくなり、また組立性等の面でも優れ、さらに信頼性や耐久性等の面でも有利で、精度のよい変位検出が可能となる等の利点がある。

【0038】また、上述した永久磁石32に対向するホール素子33を、たとえば二個並設して設けることで、ダブルチェック (フェール検出を含めた多重検出) を、簡単に行えるという利点もある。

【0039】図5は本発明の別の実施例を示し、この実施例では、入力軸11上にスライドスプラインとフェールセーフ用スプラインを兼用するスプライン溝部51を形成し、これに第1のヘリカルギヤ22を、回転方向に連結しかつ軸線方向にのみ摺動自在に動作するように軸支し、この第1のヘリカルギヤ22の一部に、リング状の永久磁石32を、これに対応するハウジング14の一部に、ホール素子33や回路機構等 (図示せず) を有するボディ部50を設けている。一方、ギヤ軸20上には、第1のヘリカルギヤ22と第2のヘリカルギヤ23とに共に噛合するヘリカルギヤ53を設け、これをギヤ軸20に圧入等で固定している。

【0040】このような構成としても、前述した実施例

と同様に、回転伝達用のギヤ機構21を構成する一部のギヤ22が、軸線方向に移動変位可能であり、同様の作用効果を得られることは明らかであろう。

【0041】なお、本発明は、上述した実施例構造に限定されず、回転伝達用ギヤ機構21等といった各部の形状、構造等を必要に応じて適宜変形、変更することは自由で、種々の変形例が考えられよう。たとえば上述した実施例では、非接触型センサ34として、可動側に永久磁石32を、固定側にホール素子33を設けた場合を示したが、本発明はこれに限定されず、このような位置検出センサとしては、このようなホール素子利用によるものに限らず、ストロークタイプのポテンシオメータや非接触型のストロークセンサであってもよいことも勿論である。

【0042】また、上述した実施例では、変位取出し部材として、入力軸11側のヘリカルギヤを、軸線方向に移動変位させるように構成したが、本発明はこれに限定されず、出力軸12側の部材を軸線方向に移動変位させるように構成してもよい。

【0043】さらに、上述した実施例では、入、出力軸11、12を、トーションバー13で連結しているが、これら両軸が相対的に回転変位可能な状態であれば、トーションバー13に代わるばね部材であればよい。

【0044】また、本発明に係るトルクセンサ10は、上述したような電動式パワーステアリング装置に限定されず、軸部材でのトルク検出が可能なトルクセンサを必要とする機器、装置であれば、種々の分野におけるものに適用してもよいことは勿論である。たとえばモータポンプを油圧発生源として用いた油圧式パワーステアリング装置、油圧反力機構を有する油圧式パワーステアリング装置を始め、種々の変形例が考えられる。

【0045】

【発明の効果】以上説明したように本発明に係るトルクセンサによれば、相対的に回転変位可能に連結されている入、出力軸と、これら入、出力軸に平行して設けられたギヤ軸と、これらの軸間での回転伝達をヘリカルギヤによって行なうとともにその一部を構成するヘリカルギヤを変位取出し部材として軸線方向に移動可能に構成している回転伝達用ギヤ機構と、この回転伝達用ギヤ機構における変位取出し用ヘリカルギヤとこれに対向する固定部とに設けられこの変位取出し用ヘリカルギヤの軸線方向での変位を検出する永久磁石およびホール素子による非接触型センサ等による位置検出用センサ手段とを備えてなる構成としたので、簡単かつ安価な構成にもかかわらず、以下に列挙したような実用上種々優れた効果を奏する。

【0046】すなわち、本発明によれば、入、出力軸間での相対的な回転変位を、軸線方向への直線変位に変換し、これをセンサ手段によって適切かつ確実に検出し、所要のトルク検出が行なえる。

【0047】特に、本発明によれば、入、出力軸の小さな回転変位で、大きな軸線方向への直線変位を取出すことが可能で、その位置を簡単なセンサ手段により精度よく検出でき、その結果として入、出力軸におけるトルク検出を精度よく検出できる。このような利点は、回転伝達用ギヤ機構をヘリカルギヤによって構成し、しかもそのねじれ角を小さく取ることによって大きいものである。

【0048】さらに、本発明によれば、回転伝達用のギヤ機構でのバックラッシュ等のがた付き、位置検出用センサ手段の中立位置出し等が、簡単な構造によって容易に行なえる。

【0049】また、本発明によれば、検出手段を、入、出力軸側から独立させて設置させることができ、しかも検出手段等を含めた各部の動作上での信頼性や耐久性等を向上させ得るものである。特に、上述した変位取出し部材の軸線方向の動きを、永久磁石とホール素子とによる非接触型のもので検出するようにすれば、直接接点型の信号取出し手段等と比べ、その利点は大きい。

【0050】さらに、本発明に係るトルクセンサによれば、磁歪式センサ等のようなセンサ手段と比べ、構造が簡単で、コスト面で有利であるという利点を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るトルクセンサの一実施例を示す要部断面図である。

【図2】図1のII-II線断面図である。

【図3】図1に示した実施例で用いているスライダ形状を説明するためのもので、(a)はその側面図、(b)

は概略平面図である。

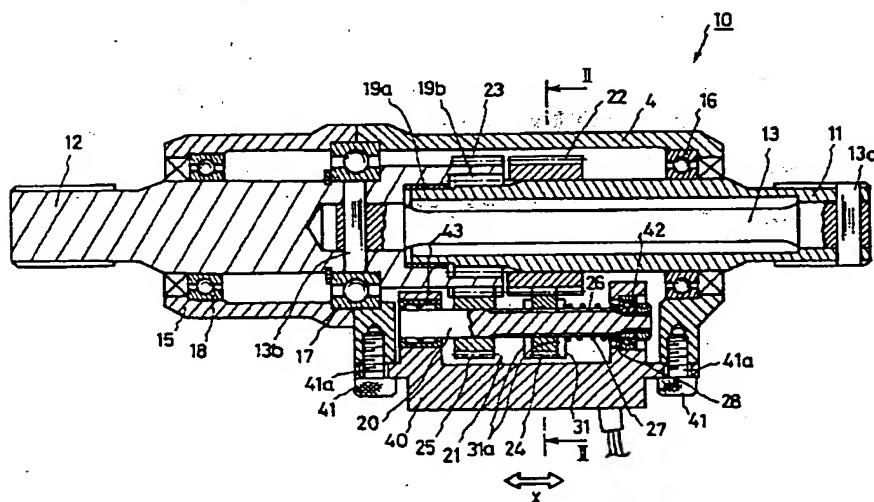
【図4】本発明に係るトルクセンサによる検出原理を説明するための概略図である。

【図5】本発明に係るトルクセンサの別の実施例を示す概略断面図である。

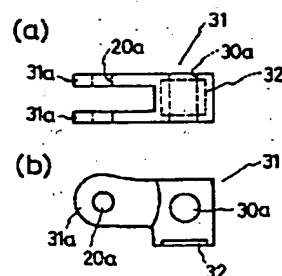
#### 【符号の説明】

- 10 トルクセンサ
- 11 入力軸
- 12 出力軸
- 13 トーションバー
- 14 ハウジング
- 15 ハウジング
- 20 ギヤ軸
- 21 回転伝達用ギヤ機構
- 22 第1のヘリカルギヤ
- 23 第2のヘリカルギヤ
- 24 第3のヘリカルギヤ
- 25 第4のヘリカルギヤ
- 26 スプライン溝
- 30 案内軸
- 31 スライダ
- 32 永久磁石
- 33 ホール素子
- 34 位置検出センサ
- 40 センサボディ
- 50 ボディ部
- 51 スプライン溝部
- 53 ヘリカルギヤ

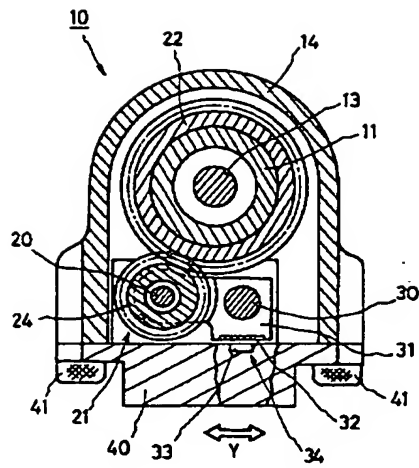
【図1】



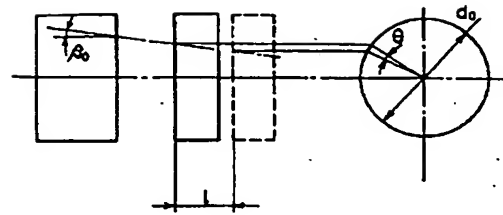
【図3】



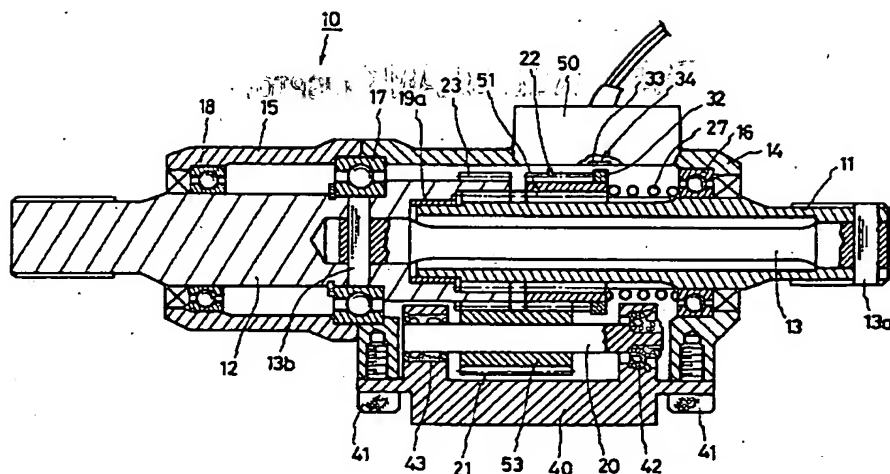
【図 2】



【図 4】



【図 5】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**